

KOMPONEN KIMIA DAN EFEK ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI KULIT BUAH DAN DAUN JERUK KASTURI (*Citrus microcarpa* Bunge.)

CHEMICAL COMPONENTS AND ANTIBACTERIAL EFFECT OF ESSENTIAL OILS FROM FRUIT HULL AND LEAVES OF *Citrus microcarpa* Bunge

Yulliasri Jamal, Praptiwi dan Andria Agusta
Lab. Fitokimia, Balitbang Botani, Puslitbang Biologi-LIPI
Jl. Ir. H. Juanda 22, Bogor, e-mail ; phytoch@indo.net.id

ABSTRAK

Kulit buah dan daun jeruk kasturi (*Citrus microcarpa* Bunge.) mengandung sekitar 1.20 % dan 0.93 % minyak atsiri. Hasil analisis GCMS memperlihatkan bahwa minyak atsiri yang berasal dari kulit buah terdiri dari 68 komponen kimia dengan sitranelol, (R)-(+)-sitranelal, β -pinena, D-limonena, 4-metil-1-(1-metiletil)-3-sikloheksen-1-ol, β -linalool, α -terpineol, α -farnesena, β -sitril, L-isopulegol dan *cis*-linalil oksida sebagai komponen utama. Minyak atsiri yang berasal dari daun terdiri dari 81 komponen dengan (R)-(+)-sitranelal, β -sitril, β -pinena, β -sitranelol, geraniol asetat, 4-Metil-1-(1-metietil)-3-sikloheksen-1-ol, β -trans-osimena, β -linalool sebagai komponen utama. Minyak atsiri yang berasal dari daun lebih efektif sebagai antiinfeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* dibanding minyak atsiri yang berasal dari kulit buah karena mengandung porsi hidrokarbon tiga kali lebih kecil.

Kata Kunci: *C. microcarpa*, jeruk kasturi, minyak atsiri, komponen kimia, efek anti bakteri

ABSTRACT

Fruit hull and leaves of *Citrus microcarpa* Bunge. contain essential oils of approximately 1.20% and 0.93%, respectively. GCMS analyses showed that the fruit hull consist of 68 components with 11 major components, β -citronellol, (R)-(+)-citronellal, β -pinene, D-limonene, 4-methyl-1-(1-methyl ethyl)-3-cyclohexene-1-ol, β -linalool, α -terpineol, α -farnesene, β -citral, L-Isopulegol and *cis*-linalyl oxide. The essential oil from the leaves consist of 81 components with (R)-(+)-citronellal, β -citral, β -pinene, β -citronellol, geraniol acetate, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexene-1-ol, β -trans-ocimene, β -linalool as major components. The essential oil of the leaves is more effective as anti-infection caused by *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* since it contains hydrocarbon 3 times smaller than that in the fruit hull.

Key words *C. microcarpa*, jeruk kasturi, essential oil, chemical components, antibacterial effect

PENDAHULUAN

Tidak diragukan lagi bahwa penggunaan obat sintetik beresiko dengan timbulnya efek samping yang tidak diinginkan. Tidak terkecuali dengan penggunaan antibakteri sintetik, bahkan pada penerapannya tidak jarang menimbulkan suatu strain bakteri baru yang resisten. Untuk itu perlu dilakukan suatu upaya menemukan antibakteri baru yang lebih efektif dan sekaligus memiliki efek samping yang lebih rendah atau bahkan tanpa efek samping sama sekali.

Minyak atsiri adalah suatu substansi alami yang telah dikenal memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Bahkan minyak atsiri cengkeh telah digunakan sejak lama di berbagai rumah sakit Eropa untuk mengatasi infeksi *Mycobacterium tuberculosis* (Agusta, 2000). Jeruk kasturi (*Citrus microcarpa*) merupakan salah satu

tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri. Dilaporkan bahwa daun jeruk kasturi mengandung 0.90 sampai 1.06% minyak atsiri dengan komponen yang terdiri dari senyawa aldehida, seskuiterpena, linalool dan linalil asetat. Minyak atsiri, daun jeruk kasturi juga mengandung tannin, glukosida dan senyawa sianogenetik (Quisumbing, 1951).

Selain digunakan sebagai bumbu masak, jeruk kasturi juga dimanfaatkan sebagai obat batuk, gatal-gatal, penghilang bau, (bau badan) ataupun *antiphlogistic* (Quisumbing, 1951). Lebih jauh dilaporkan bahwa minyak atsiri dari daun jeruk kasturi memiliki efek karminatif yang sangat memuaskan dan merupakan karminatif yang lebih kuat dibanding minyak peppermint (*Mentha arvensis*). Air jeruk kasturi dapat digunakan sebagai penghilang noda tinta pada kain, pencuci rambut, pemutih dan di Malaysia akar jeruk kasturi digunakan dalam proses kelahiran bayi. Air buah jeruk kasturi yang dicampur lada juga dapat digunakan untuk mengeluarkan lendir dari mulut dan tenggorokan (Chin and Yong, 1980).

Jeruk kasturi berasal dari Philippina yang dikenal dengan nama kalamansi, aldonisi, kalamondin dan telah dibudidayakan secara luas. Terdapat juga *C. microcarpa* yang berasal dari China, namun tumbuhan ini merupakan hibrida alami antara *C. reticulata* var. *austera* Swingle (*sour mandarin*) dan *Fortunella* (kumquat) sehingga baru-baru ini diklasifikasikan sebagai *Citrofortunella microcarpa* (Bunge). Jeruk ini tumbuh mencapai ketinggian 3-4 meter dengan buah yang relatif sangat kecil dibanding jeruk jenis lain, berbau khas dan sering dipakai sebagai bumbu masakan (Burkil, 1935). Di Indonesia jenis ini biasa dikenal dengan nama jeruk limau dan umumnya dipakai sebagai penyedap dan perancah dari beberapa jenis masakan yang sudah matang.

Sejauh ini belum ditemukan literatur yang melaporkan tentang aktivitas antibakteri dari minyak atsiri jeruk kasturi. Dengan tulisan ini akan dilaporkan komposisi kimia minyak atsiri yang didistilasi dari kulit buah dan daun jeruk kasturi yang tumbuh di Indonesia (Bogor) dan efeknya terhadap pertumbuhan beberapa jenis bakteri patogen.

METODOLOGI

Bahan. Bahan berupa buah dan daun jeruk kasturi (*Citrus microcarpa* Bunge.) diperoleh dari daerah Cipaku, Bogor, Jawa Barat pada bulan Juni 1998. Identifikasi tanaman dilakukan di Herbarium Bogoriensis-Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.

Jalan Penelitian. Buah jeruk kasturi yang digunakan hanyalah bagian kulitnya saja yang kemudian dirajang menjadi potongan kecil, hal yang sama juga dilakukan terhadap daunnya. Jika tidak langsung didistilasi setelah panen, bahan disimpan dulu di dalam lemari pendingin pada temperatur -20°C .

Distilasi. Seberat 1121 g rajangan kulit buah segar dan 1007 g rajangan daun segar, masing-masing didistilasi dengan distilasi air selama lebih kurang 3-4 jam. Minyak atsiri yang dihasilkan ditampung kemudian dibebaskan dengan penambahan natrium sulfat (Na_2SO_4) anhidrat. Minyak atsiri bebas air tersebut kemudian ditimbang beratnya untuk penentuan kadar minyak yang diperoleh.

Analisis Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GCMS). Sebanyak 250 μL masing-masing minyak atsiri yang telah dibebaskan dari air, diencerkan dengan 3 tetes dietil eter untuk selanjutnya dianalisis komponen kimianya menggunakan GCMS (sistem *electron impact*, Shimadzu Qp-5000, Japan) dengan volume injeksi 0.1 μL .

Untuk analisis kedua jenis minyak atsiri yang dianalisis (minyak kulit buah dan daun jeruk kasturi) digunakan kolom DB-10 ($p = 25\text{ m}$, ($\phi = 0.25\text{ mm}$), J&W Scientific, USA). Gas pembawa adalah helium dengan kecepatan aliran gas 3 ml/menit, dan tekanan kolom sebesar 70 kPa. Suhu kolom diprogram dari 50°C sampai 250°C dengan 2 tahap kenaikan. Pada tahap awal suhu kolom dibuat konstan 50°C selama 6 menit, lalu dinaikkan sampai 80°C dengan kecepatan kenaikan $2^{\circ}\text{C}/\text{menit}$. Pada 80°C suhu dipertahankan selama 1 menit dan selanjutnya dinaikkan menjadi 250°C dengan kecepatan $4^{\circ}\text{C}/\text{menit}$. Kondisi pada suhu 250°C ini dipertahankan selama 8 menit. Suhu injektor selama analisis berlangsung diprogram konstan pada suhu 225°C , sedangkan suhu detektor (quadropol) konstan pada 270°C dengan energi 1.25 kV.

Spektrum massa masing-masing puncak hasil analisis GCMS selanjutnya diidentifikasi dengan spektrum massa autentik yang dikeluarkan oleh *National Institute Standard of Technology (NIST) library*.

Uji Daya-antibakteri. Pengujian daya anti-bakteri minyak atsiri kulit buah dan daun jeruk kasturi terhadap *Escherichia coli* (CT1010), *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus*. Ketiga mikroba ini didapat dari Laboratorium Bioproses Kimia Medisinal Jurusan Farmasi Institut Teknologi Bandung. Kemudian pengujian dilakukan menurut metoda difusi media agar Bauer *et al.*, 1966) dengan enam kali replikasi pada konsentrasi 0, 1, 0,5, 25, 50 dan 100 % dalam alkohol 70 %. Sebagai pembanding digunakan antibiotik kloramfenikol 50 dan 100 ppm.

Bakteri yang telah diremajakan dimasukkan ke dalam media *Broth* selama 15 menit dan selanjutnya ditanam di atas media *Mueller Hinton Agar*. *Biodisk blank* yang telah direndam dalam masing-masing ekstrak selama 5 menit diletakkan pada permukaan media yang telah ditumbuhi bakteri. Aktivitas daya antibakteri yang dimiliki masing-masing minyak atsiri diamati berdasarkan diameter daerah hambat (DDH) yang terbentuk pada *biodisk*. Data dari diameter daerah hambat dianalisis secara statistik dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Apabila dari sidik Ragam terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) (Steel dan Torrie, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari distilasi air terhadap kulit buah dan daun jeruk kasturi diperoleh sekitar 1.20 % dan 0.93 % minyak atsiri berturut-turut. Kedua jenis minyak atsiri yang diperoleh memiliki aroma yang tidak jauh berbeda dengan aroma kulit buah dan daun jeruk kasturi segar yang merupakan indikasi bahwa efek pemanasan selama distilasi berlangsung tidak terlalu berpengaruh terhadap komponen kimianya dan kedua minyak tidak berwarna.

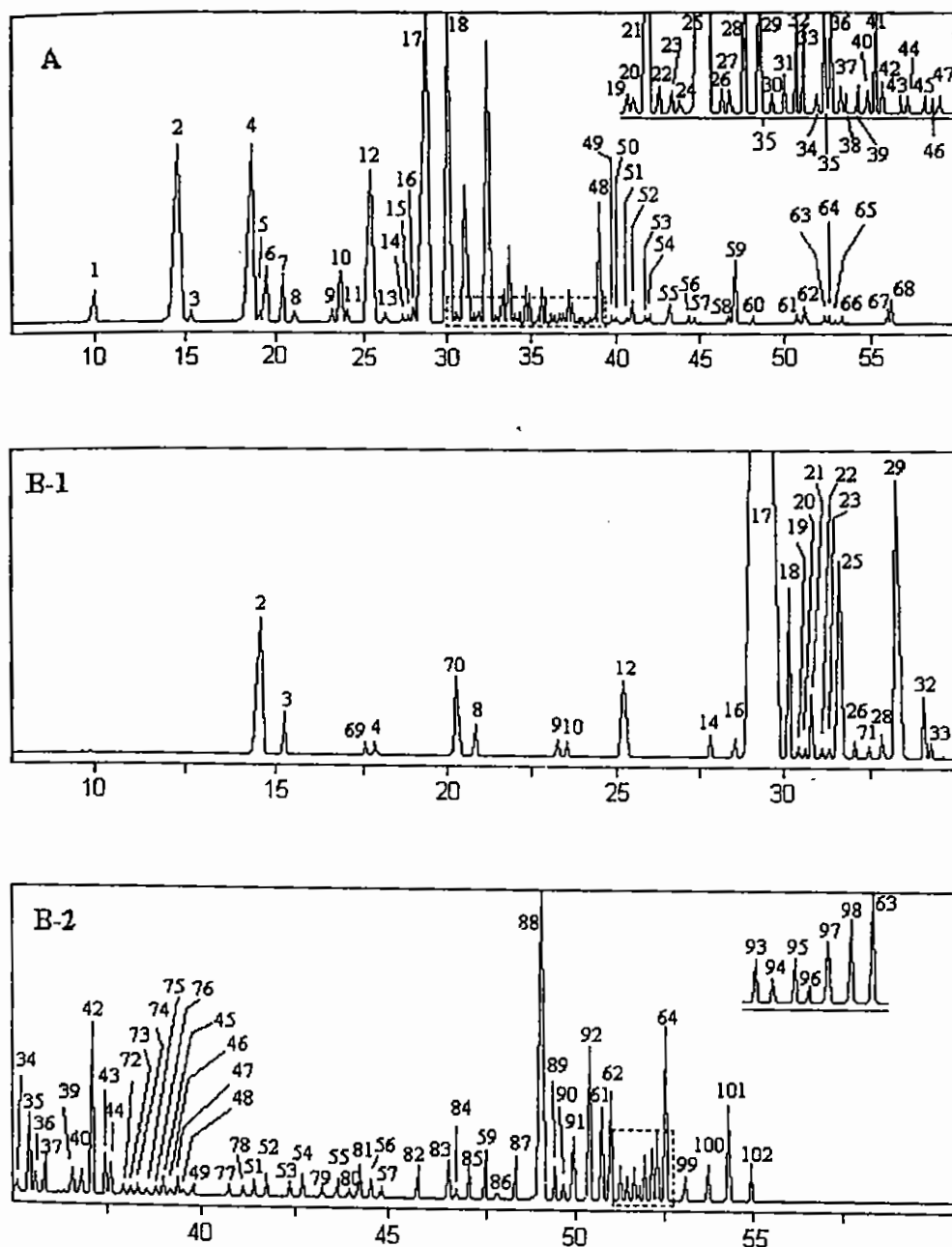
Hasil analisis GCMS memperlihatkan bahwa minyak atsiri yang berasal dari kulit buah jeruk kasturi memiliki komponen kimia yang cukup kompleks yang terdiri dari 68 komponen (Tabel 1). Sebelas diantaranya merupakan komponen utama (dengan kadar >1%) yaitu, β -sitronelol, (R)-(+)-sitronelal, β -pinena, D-limonena, 4-metil-1-(1-metietil)-3-sikloheksen-1-ol, β -linalool, α -terpineol, α -farnesena, *trans*-geraniol/ β -sitral, L-isopulegol dan *cis*-linalil oksida. Dari 68 komponen, 21 komponen diantaranya tidak dapat diidentifikasi dengan data base yang digunakan (NIST). Pada minyak atsiri yang berasal dari daun terdeteksi sebanyak 81 komponen kimia (Tabel 1), tetapi hanya 47 komponen yang berhasil diidentifikasi.

Minyak ini memiliki sebelas komponen utama yaitu, (R)-(+)-sitronelal, β -sitral, β -pinena, β -sitronelol, geraniol asetat, 4-Metil-1-(1-metietil)-3-sikloheksen-1-ol, β -*trans*-osimena dan β -linalool. Sayangnya tiga dari komponen utama ini tidak dapat diidentifikasi.

Di tinjau dari segi komponen kimia, minyak atsiri yang berasal dari kulit buah dan daun jeruk kasturi memiliki jenis komponen utama yang tidak terlalu jauh berbeda, akan tetapi memiliki persentase yang kontras sekali. Pada minyak yang berasal dari kulit buah terlihat bahwa tujuh komponen yang paling dominan yaitu β -sitronelol, (R)-(+)-sitronelal, β -pinena, D-limonena, 4-metil-1-(1-metietil)-3-sikloheksen-1-ol, β -linalool dan α -terpineol memiliki persentase yang tidak terlalu berfluktuasi dengan rentang 5 - 18 %. Sedangkan pada minyak atsiri yang berasal dari daun terlihat bahwa kandungan sitronelal sangat tinggi dibanding yang lainnya yakni 44.75 % (Tabel 1), dan gambar 1 sedangkan komponen utama lainnya memiliki porsi yang tidak lebih dari 9 %. Jika dilihat dari persentase golongan senyawa kimia yang terdapat dalam kedua jenis minyak ini, maka akan terlihat bahwa kedua minyak ini memiliki komposisi hidrokarbon, alkohol dan aldehida (Tabel 1) dan gambar 1, yang kontras sekali. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap aktivitas biologi kedua jenis minyak atsiri tersebut, termasuk aktivitasnya sebagai antibakteri.

β -Sitronelol mempunyai beberapa aktivitas biologi, antara lain sebagai antibakteri, fungisida, herbisida, pestisida. Seperti halnya β -isositronelol, β -sitronelal yang juga merupakan komponen utama dari kedua jenis minyak atsiri ini mempunyai berbagai aktivitas seperti insektifugal, motor-depresan, pengusir serangga maupun sebagai pewangi dalam pembuatan sabun (Duke, 1998). Pada umumnya komponen utama yang terkandung dalam kedua jenis minyak atsiri ini mempunyai beberapa kesamaan aktivitas dalam hal ini sebagai anti-bakteri yaitu senyawa-senyawa linalool, limonena, α -terpineol dan β -sitronelol, kegunaan yang lain seperti anti-alergi, antiseptik, anti-viral dan anti-tumor (Duke, 1998).

Hasil uji secara *in vitro* terhadap empat jenis bakteri patogen, yaitu *E. coli*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* memperlihatkan bahwa baik minyak atsiri yang berasal dari kulit buah (Tabel 2) maupun minyak atsiri yang berasal dari daun (Tabel 3) jeruk kasturi dapat menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.



Gambar 1. Kromatogram minyak atsiri kulit buah (A) dan daun (b-1, B-2), jeruk kasturi

Tabel 1. Komposisi kimia minyak atsiri kulit buah dan daun jeruk kasturi

No.	Komponen Kimia	BM (M ⁺)	Kandungan (%) [*]	
			K. buah	Daun
1.	α -Pinena	136	0.50	**
2.	β -Pinena	136	15.31	7.12
3.	β -Mirsena	136	0.20	0.75
4.	D-Limonena	136	14.00	0.20
5.	Sabinena	136	0.08	**
6.	Oktanal	128	0.95	**
7.	Osimena	136	0.84	**
8.	γ -Terpinena	136	0.18	0.37
9.	Melonol	152	0.11	0.10
10.	cis-Linalil oksida	152	1.05	0.40
11.	1-Oktanal	128	0.28	**
12.	β -Linalool	154	5.74	1.57
13.	4-Metil-1-(1-metiletil)-bisiklo 3.1.0 heksan-3-ol (Sabinen alkohol)	154	0.09	**
14.	Dihidrokarveol	152	0.17	0.53
15.	β -Sitronelal	154	0.32	**
16.	L-Isopulegol	154	1.29	0.79
17.	(R)-(+)-Sitronelal	152	16.03	44.75
18.	4-Metil-1-(1-metiletil)-3 sikloheksen-1-ol	154	10.07	2.33
19.	cis-Piperitol	154	0.07	0.06
20.	cis-sitral	152	0.05	0.03
21.	α -Terpineol	154	5.17	0.44
22.	Mirsenol	154	0.08	0.05
23.	trans-Piperitol	154	0.17	0.05
24.	Mirtenol	154	0.05	**
25.	β -Sitronelol	154	18.43	4.37
26.	(+) Mirtenol	154	0.15	0.11
27.	1-Dekanol	158	0.11	**
28.	β -Sitronelol (type 2)	154	0.41	0.13
29.	trans-Geraniol / β -sitral	154	1.41	8.12
30.	Tidak teridentifikasi	170	0.05	**
31.	Karvona	136	0.09	**
32.	cis-Geraniol	154	0.26	0.37
33.	Tidak teridentifikasi	154	0.19	0.07
34.	Perialdehida	152	0.12	0.03
35.	Sitronelol asetat	196	0.32	0.45
36.	(-) β -Elemena	204	0.24	0.15
37.	Dihidrokarveol asetat	194	0.14	0.29
38.	(-)-(R) Karvona	136	0.06	**
39.	Tidak teridentifikasi	204	0.10	0.28
40.	Tidak teridentifikasi (isomer 30 ?)	170	0.16	0.19
41.	Tidak teridentifikasi	204	0.38	**
42.	Geraniol asetat	196	0.10	3.20
43.	1-Hidroksi linalool	170	0.04	0.40
44.	Tidak teridentifikasi	204	0.07	0.36
45.	1aR(1a α , 7 α , 7a α , 7b α)- 1a,2,3,4,5,6,7,7a,7b,oktahidro-1,1,7,7a-tetrametil-1H- siklopropana-naftalena	204	0.09	0.08

Sambungan Tabel 1

46.	Kariofilena	204	0.03	0.02
47.	β -Kariofilena	204	0.08	0.10
48.	α -Farnesena	204	1.63	0.08
49.	(-)- β -Kadinena	204	0.02	0.04
50.	β -Farnesena	204	0.03	**
51.	Nerolidol	222	0.07	0.07
52.	Tidak teridentifikasi	204	0.19	0.09
53.	(-) Spatulanol	222	0.04	0.06
54.	Kariofilena oksida	222	0.05	0.10
55.	(-) Spatulanol (Tipe 2)	222	0.12	0.06
56.	Tidak teridentifikasi	222	0.05	0.04
57.	Tidak teridentifikasi	222	0.02	0.02
58.	Tidak teridentifikasi	220	0.04	**
59.	α -Sinensal	220	0.71	0.37
60.	Tidak teridentifikasi	220	0.03	**
61.	Tidak teridentifikasi	220	0.03	2.57
62.	Tidak teridentifikasi	220	0.09	0.73
63.	Tidak teridentifikasi	220	0.06	0.67
64.	Tidak teridentifikasi	220	0.09	2.22
65.	Tidak teridentifikasi	220	0.19	**
66.	Tidak teridentifikasi	220	0.12	**
67.	Tidak teridentifikasi	220	0.14	**
68.	Tidak teridentifikasi	220	0.43	**
69.	α -Terpinena	136	**	0.14
70.	β - <i>trans</i> -Osimena	136	**	1.98
71.	Metil sitronelate	184	**	0.04
72.	Tidak teridentifikasi	204	**	0.02
73.	Tidak teridentifikasi	204	**	0.03
74.	Kopaena	204	**	0.06
75.	Eremofilena	204	**	0.04
76.	Tidak teridentifikasi	204	**	0.06
77.	(E,E) Farnesol	222	**	0.04
78.	+/- <i>trans</i> -Nerolidol	222	**	0.07
79.	α -Bisabolol	222	**	0.04
80.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.03
81.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.11
82.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.08
83.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.22
84.	Tidak teridentifikasi	218	**	0.04
85.	3,7,11-Trimetil-2,6,10 dodekatrien-1-ol	222	**	0.15
86.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.08
87.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.15
88.	Tidak teridentifikasi	222	**	6.97
89.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.20
90.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.08
91.	(E,Z)-N-(2,7-oktadien-1-il)-2,7-oktadien-1-amina	222	**	0.35
92.	Tidak teridentifikasi	222	**	2.57
93.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.28
94.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.24
95.	Tidak teridentifikasi	222	**	0.25
96.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.10
97.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.29
98.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.55
99.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.18
100.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.20
101.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.78
102.	Tidak teridentifikasi	220	**	0.24

Minyak atsiri yang berasal dari kulit buah terlihat lebih aktif menghambat pertumbuhan dua jenis bakteri *Staphylococcus*, yaitu *S. epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* dibanding aktivitasnya dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *Salmonella enteritidis*. Pada konsentrasi 25 % (dalam alkohol 70 %), kedua jenis minyak atsiri yang diuji memperlihatkan diameter daerah hambat (DDH) yang setara dengan DDH kloramfenikol 50 ppm dalam menghambat perkembangan *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* (Tabel II) dan hasil ini tidak berbeda nyata secara statistik. Peningkatan konsentrasi minyak atsiri dari kulit buah sampai 100 % dapat meningkatkan DDH terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus*, namun peningkatan tersebut tidak memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kloramfenikol 50 ppm, akan tetapi berbeda nyata dengan kloramfenikol 100 ppm. Sebaliknya peningkatan konsentrasi minyak yang berasal dari daun sampai 100 % menghasilkan DDH yang jauh lebih kecil dari DDH kloramfenikol 100 ppm terhadap *S. aureus* dan berbeda nyata secara statistik.

Minyak atsiri yang berasal dari daun jeruk kasturi pada konsentrasi 25 % memiliki DDH yang sedikit lebih besar dibanding kloramfenikol 50 ppm dan efek peningkatan konsentrasi memiliki efek yang sama dengan yang terjadi pada minyak atsiri yang berasal dari kulit buah seperti yang telah dijelaskan di atas (Tabel III).

Tabel II. DDH minyak atsiri kulit buah jeruk kasturi terhadap beberap jenis bakteri.

No.	Konsentrasi (%)	DDH (mm)*			
		<i>E. coli</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	0	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f
2	0.1	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	7.66 ± 0.52 ^{af}	8.66 ± 0.52 ^a
3	0.5	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	9.66 ± 0.52 ^d	10.33 ± 0.52 ^d
4	25	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	20.5 ± 0.55 ^e	23 ± 0.63 ^e
5	50	7 ± 0.00 ^f	8 ± 0.52 ^a	23 ± 0.89 ^e	23 ± 0.63 ^e
6	100	9 ± 0.89 ^d	9.33 ± 0.52 ^d	23 ± 0.89 ^e	23 ± 0.63 ^e
Kloramfenikol					
	50 ppm	22 ± 0.10 ^e	24 ± 0.20 ^{bo}	20 ± 0.20 ^e	22 ± 0.20 ^e
	100 ppm	24 ± 0.30 ^{ba}	26 ± 0.10 ^b	24 ± 0.20 ^{bo}	30 ± 0.20 ^a

Keterangan: * DDH yang ditampilkan merupakan rata-rata 6 x pengukuran ($\bar{X} \pm SD$)

** Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menyatakan beda nyata. (P < 0.05)

Jika dibandingkan DDH minyak atsiri dari kulit buah dengan minyak atsiri dari daun tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata dalam menghambat perkembangan *E. coli* dan *Salmonella enteritidis* sampai pada konsentrasi 25 %. Pada konsentrasi 100 % baru minyak atsiri dari daun memperlihatkan DDH yang berbeda nyata terhadap kedua jenis bakteri tersebut. Begitu juga terhadap *Salmonella enteritidis* minyak atsiri dari daun baru memperlihatkan DDH yang berbeda nyata pada konsentrasi 50 % dan juga berbeda nyata dengan kloramfenikol 50 %. Namun pada Tabel II dan tabel III terlihat bahwa minyak atsiri yang berasal dari daun lebih sensitif terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* dibanding bakteri gram negatif *E. coli* dan *Salmonella enteritidis*. Hal ini dapat dimengerti karena bakteri gram positif memiliki lapisan peptidoglikan atau dinding sel yang lebih tipis dibanding pada bakteri gram negatif (Sasmato, 1996) sehingga minyak atsiri jeruk kasturi lebih mudah menembus dinding sel dan mempengaruhi bakteri gram positif. Namun bagaimana

mekanisme minyak jeruk kasturi ini mempengaruhi ataupun menghambat pertumbuhan bakteri, dengan menghambat difusi makanan atau kebutuhan senyawa kimia yang esensial bagi bakteri. Unikny, pada konsentrasi 25 % atau lebih, kedua jenis minyak atsiri ini tidak memperlihatkan perbedaan DDH terhadap kedua jenis bakteri gram positif tersebut.

Tabel III. DDH minyak atsiri daun jeruk kasturi terhadap beberapa jenis bakteri

No.	Konsentrasi (%)	DDH (mm)*			
		<i>E. coli</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	0	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f
2	0.1	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	10.33 ± 0.52 ^a	11.33 ± 0.52 ^d
3	0.5	7 ± 0.00 ^f	7 ± 0.00 ^f	11.33 ± 0.52 ^d	13.33 ± 0.52 ^d
4	25	7 ± 0.00 ^f	7.66 ± 0.52 ^f	23 ± 0.63 ^e	23 ± 0.63 ^e
5	50	7.33 ^f	8.66 ± 0.52 ^a	23 ± 0.63 ^e	23 ± 0.63 ^e
6	100	9 ± 0.89 ^a	9.66 ± 0.52 ^a	23 ± 0.63 ^e	23 ± 0.63 ^e
Klorampenikol					
	50 ppm	22 ± 0.10 ^e	24 ± 0.20 ^{bc}	20 ± 0.20 ^a	22 ± 0.20 ^c
	100 ppm	24 ± 0.30 ^{bc}	26 ± 0.10 ^b	24 ± 0.20 ^{bc}	30 ± 0.20 ^a

Keterangan: * DDH yang ditampilkan merupakan rata-rata dari 6 kali replikasi ($\bar{X} \pm SD$)

** Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menyatakan beda nyata ($P < 0.05$) dengan uji BNT

Perbedaan kekuatan efek antibakteri kedua jenis minyak atsiri dari kulit buah dan daun jeruk kasturi ini pada konsentrasi rendah dapat dipahami dengan melihat komposisi golongan senyawa kimia yang menyusun kedua minyak atsiri tersebut. Adapun minyak atsiri yang berasal dari kulit buah dan daun memiliki jumlah kandungan alkohol dan aldehida sebagai golongan yang potensial sebagai antibakteri yang tidak jauh berbeda satu sama lain, akan tetapi minyak atsiri dari kulit buah yang memiliki kandungan hidrokarbon (terpena) yang jauh lebih tinggi (3 kali) dibanding hidrokarbon yang terdapat pada minyak atsiri dari daun. Hal tersebut memberi pengaruh terhadap lemahnya efek antibakteri minyak kulit buah dibanding minyak dari daun. Terlepas dari hal tersebut, kemungkinan besar komponen yang tidak teridentifikasi pada minyak atsiri daun jeruk kasturi ini juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap daya antibakterinya, namun hal tersebut masih perlu diklarifikasi dengan jalan mengidentifikasi komponen tersebut.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kulit buah jeruk kasturi mengandung sekitar 1.20 % minyak atsiri dengan β -sitronelol, (R)-(+)-sitronelal, Ppinena, D-limonena, 4-metil-1-(1-metietil)-3-sikloheksen-1-ol, β -linalool, α -terpineol, α -farnesena, β -sitral, L-Isopulegol dan cis-linalil oksida sebagai komponen utama. Daun jeruk kasturi mengandung sekitar 0.93 % minyak atsiri dengan (R)-(+)-sitronelal, β -sitral, β -pinena, β -sitronelol, geraniol asetat, 4-Metil-1-(1-metietil)-3-sikloheksen-1-ol, o-trans-osimena, P-linalool sebagai komponen utama. Minyak atsiri jeruk kasturi baik yang berasal dari kulit buah maupun dari daun lebih sensitif terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* dibanding bakteri gram negatif (*E. coli*, *Salmonella enteritidis*) karena minyak atsiri lebih mudah menembus dinding sel bakteri gram positif yang relatif lebih tipis. Di samping itu minyak atsiri yang berasal dari daun lebih efektif dibanding minyak atsiri yang berasal dari kulit buah karena memiliki porsi hidrokarbon hampir tiga kali lebih kecil dari hidrokarbon pada minyak atsiri kulit buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A., 2000, *Aromaterapi: Cara Sehat dengan Wewangian Alami*, Penebar Swadaya, Jakarta, 31-37.
- Burkill, I.H., 1935. *A Dictionary of The Economic Products of The Malay Peninsula*. Governments of The Straits Settlements and Federated Malay State, Crown Agents for The Colonies, London: Millbank, 128-134
- Bauer, A.W., Kirby, J.C., Sherris, and Tenckhoff, M., 1966, Antibiotic Susceptibility Testing by a Standardized Single Disk Methods, *Amer. J. Clin. Path.*, 45: 439.
- Chin, H. F. and Yong, H. S., 1980, *Malaysian Fruits in Colour*. Tropical Press SDN, BFD, Kuala Lumpur, Malaysia. 67-75
- Duke, J.A., 1998. *Phytochemical and ethnobotanical Databases*, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland 53-61
- Quisumbing, E., 1951, *Medicinal Plants of the Philippines*. Bureau of Printing, Manila
- Sasmito, 1996, Pengaruh Enzim Lisozim Terhadap Aktivitas Antibiotika Golongan Sefalosporin (7-ACA) dan P-Laktam (6-APA). *Majalah Farmasi Indonesia*, 7(4): 162-169
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H., 1993, *Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik*. Edisi kedua, Gramedia, Jakarta 143-151